

대한민국 특허청
KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

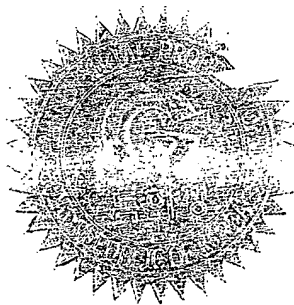
This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 60747 호
Application Number

출원년월일 : 2000년 10월 16일
Date of Application

출원인 : 엘지전자 주식회사
Applicant(s)

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT



2001 년 01 월 10 일

특 허 청

COMMISSIONER



Docket No.: K-0317

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Myung Sub SIM

New U.S. Patent Application

Filed: October 16, 2001

For: METHOD FOR PERFORMING TURBO DECODING IN MOBILE
COMMUNICATION SYSTEM

jc997 U.S. PTO
09/977251
10/16/01

TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner of Patents
Washington, D. C. 20231

Sir:

At the time the above application was filed, priority was claimed based on the
following application:

Korean Patent Application No. 60747/2000, filed October 16, 2000.

A copy of each priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,
FLESHNER & KIM, LLP



Daniel Y.J. Kim
Registration No. 36,186
David W. Ward
Registration No. 45,198

P. O. Box 221200
Chantilly, Virginia 20153-1200
703 502-9440

Date: October 16, 2001

DYK/DWW:tmd

| | | | |
|------------|--|---|----------|
| 【서류명】 | 특허출원서 | | |
| 【권리구분】 | 특허 | | |
| 【수신처】 | 특허청장 | | |
| 【참조번호】 | 0008 | | |
| 【제출일자】 | 2000. 10. 16 | | |
| 【국제특허분류】 | H04B | | |
| 【발명의 명칭】 | 터보 디코딩 방법 | | |
| 【발명의 영문명칭】 | Method for Turbo Decoding | | |
| 【출원인】 | | | |
| 【명칭】 | 엘지전자 주식회사 | | |
| 【출원인코드】 | 1-1998-000275-8 | | |
| 【대리인】 | | | |
| 【성명】 | 김용인 | | |
| 【대리인코드】 | 9-1998-000022-1 | | |
| 【포괄위임등록번호】 | 2000-005155-0 | | |
| 【대리인】 | | | |
| 【성명】 | 심창섭 | | |
| 【대리인코드】 | 9-1998-000279-9 | | |
| 【포괄위임등록번호】 | 2000-005154-2 | | |
| 【발명자】 | | | |
| 【성명의 국문표기】 | 심명섭 | | |
| 【성명의 영문표기】 | SIM, Myung Sub | | |
| 【주민등록번호】 | 681008-1056913 | | |
| 【우편번호】 | 150-050 | | |
| 【주소】 | 서울특별시 영등포구 신길동 347-269 | | |
| 【국적】 | KR | | |
| 【심사청구】 | 청구 | | |
| 【취지】 | 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 김용인 (인) 대리인 심창섭 (인) | | |
| 【수수료】 | | | |
| 【기본출원료】 | 15 | 면 | 29,000 원 |
| 【가산출원료】 | 0 | 면 | 0 원 |

| | | | | |
|----------|-------------------|---|---------|---|
| 【우선권주장료】 | 0 | 건 | 0 | 원 |
| 【심사청구료】 | 5 | 항 | 269,000 | 원 |
| 【합계】 | 298,000 | 원 | | |
| 【첨부서류】 | 1. 요약서·명세서(도면)_1통 | | | |

【요약서】**【요약】**

본 발명은 차세대 이동통신에 관한 것으로, 특히 인터리빙과 디인터리빙을 최대 사후(Maximum A Posteriori) 디코딩과 동시에 수행하도록 하는 터보 디코딩 방법에 관한 것이다. 이와 같은 본 발명에 따른 터보 디코딩 방법은 수신된 신호들을 제1 디코딩하여 저장하는 제1 단계와, 상기 저장된 신호들의 순서를 변환시켜 순차적으로 출력되는 신호들을 제2 디코딩하여 상기 저장된 신호와 같은 주소 영역에 저장하는 제2 단계를 포함하여 이루어진다. 따라서, 본 발명은 디코딩 타임을 절반 정도로 줄일 수 있으며 외부 정보를 저장하는 메모리의 크기도 기존 방법에 비해 절반으로 줄일 수 있다.

【대표도】

도 3

【색인어】

인터리빙, 디인터리빙, MAP 디코딩, 메모리

【명세서】**【발명의 명칭】**

터보 디코딩 방법{Method for Turbo Decoding}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 기술에 따른 터보 디코더의 구조를 나타낸 도면.

도 2는 종래 기술에 따른 터보 디코더의 동작 순서를 나타낸 도면.

도 3은 본 발명에 따른 터보 디코더의 동작 순서를 나타낸 도면.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <4> 본 발명은 차세대 이동통신에 관한 것으로, 특히 인터리빙과 디인터리빙을 최대 사후(Maximum A Posteriori) 디코딩과 동시에 수행하도록 하는 터보 디코딩 방법에 관한 것이다.
- <5> 알려진 바와 같이 터보 코드는 두 개의 순환 계통적 컨벌루션 부호화기(Recursive Systematic Convolutional Encoder;이하 RSC 부호화기)가 인터리버(Interleaver)를 통하여 병렬적으로 연결되어 생성된 부호로써, 차세대 이동 통신 규격에서 고전송률의 데이터 전송하기 위한 코딩 방식으로 이용되고 있다.
- <6> 이러한 터보 코드는 생성된 정보 비트열에 대하여 블록 단위로 처리하고 있는데, 특히 큰 정보 비트열을 인코딩하는 경우 컨벌루션 부호에 대하여 매우 우수한 코딩이득을 가지고 있으며, 수신단에서 간단한 성분코드에 대한 디코딩을 반복적으로 행함으로써

매우 우수한 오류 정정 능력을 가지는 것으로 알려져 있다.

- <7> 최근에는 이동통신 환경 하에서 고속 데이터 전송을 지원할 수 있는 비교적 간단한 터보 디코딩 기법이 제안되었는데, 이 구조에서는 입력되는 수신 코드워드가 두 개의 컨벌루션널 디코더를 교대로 통과하도록 하여 그 구조의 복잡도를 상당히 줄였다. 그러나, 반복적으로(iteratively) 컨벌루션 디코더를 통과시키기 위해서는 컨벌루션널 디코더의 출력이 '0' 또는 '1'로 경판정(hard decision)된 값이 아니라 '0'이거나 '1'일 확률의 비에 해당하는 소프트한 값이 요구된다. 이를 위해 정보비트의 사후(A Posteriori) 확률값을 계산하여, 그 확률값이 최대가 되도록 복호하는 최대 사후(Maximum A Posteriori; 이하 MAP이라 약칭함) 디코딩 기법이 제안되었다.

- <8> 도 1은 종래 기술에 따른 터보 디코더의 구조를 나타낸 도면이다.

- <9> 도 1을 참고하면, 터보 디코더는 인코더의 각각의 순환 계통적 컨벌루션(Recursive Systematic Convolutional ;이하 RSC라 약칭함) 부호화기에 대응하는 MAP 디코더 $D_1(101)$ 과 MAP 디코더 $D_2(103)$ 가 있고 인코더의 내부 인터리버와 동일한 인터리버(102)와 그의 역함수로 이루어진 디인터리버들(104~105)과, 상기 MAP 디코더들(101,103)의 연산에 필요한 시간동안 신호를 정지시켜 동기를 맞추는 지연기들(107~109)로 구성된다.

- <10> 이와 같은 구성에 의하여 터보 디코더에 입력되는 수신 코드워드는 두 개의 MAP 디코더(101,103)를 교대로 통과하면서 디코딩된다. 특히 연속된 코드워드에 대해 한 번에 디코딩을 마치지 않고 두 개의 MAP 디코더(101,103)를 교대로 통과하도록 하여 디코딩시킨다.

- <11> 이때, 교대로 MAP 디코더들(101,103)을 통과시키는 반복 회수(Iteration Number)가 많으면 많을수록 그 디코딩 성능이 좋아진다.
- <12> 즉, 상기 MAP 디코더 $D_1(101)$ 은 시스템에틱 심볼(x_k)과, 패리티 심볼(y_k)와, 디코딩 반복 회수가 (N-1)번째인 외부정보와 합성된 신호를 이용하여 디코딩을 수행한다.
- <13> 상기 MAP 디코더 $D_2(103)$ 는 상기 MAP 디코더 $D_1(101)$ 로부터 출력된 신호와 제1 지연기(107)에 의해 시간 지연된 N-1번째 외부정보 신호와 합성되어 인터리버(102)를 통과한 신호와, 패리티 심볼(y_k) 신호들을 이용하여 N번째 외부정보를 출력하고, 제2 디인터리버(105)를 통하여 비로소 터보 디코더의 최종 출력 비트(\hat{a}_k)를 출력한다.
- <14> 도 2는 종래 기술에 따른 터보 디코더의 동작 순서를 나타낸 도면이다.
- <15> 도 2를 참고하면, 도 1에서 설명한 바와 같이 각각의 MAP 디코더(101,103)의 출력은 외부 정보라 부르며 인터리빙 또는 디인터리빙 과정을 거쳐 다음 MAP 디코더의 입력으로 사용된다. 즉, MAP 디코더 $D_1(101)$ 에 의한 MAP 디코딩(S10)이 끝나면 인터리빙(S11)을 하고 MAP 디코더 $D_2(103)$ 에 의한 MAP 디코딩(S12)이 끝나면 디인터리빙(S13)을 순차적으로 수행한다.
- <16> 그러나, 이와 같은 종래 기술은 MAP 디코딩과 인터리빙 또는 디인터리빙을 순차적으로 수행하므로 디코딩 타임이 늘어나는 문제점이 있다.
- <17> 그리고, 인터리버의 입출력을 모두 저장해야 하므로 두 세트의 외부 정보를 저장할 수 있는 메모리가 요구되는 문제점이 있다. 물론, 디인터리버의 입출력을 위하여 이 메모리를 다시 사용할 수 있다. 3GPP WCDMA 스펙에 의하면 터보 코드 블록 크기는 5114비트까지 길어질 수 있으므로 $5114 \times n \times 2$ 비트가 필요하며 이 정도의 메모리는 회로 구현의

관점에서 결코 작은 것이 아니다. 상기 n 은 외부 정보의 비트수이며 보통 4에서 8비트 정도이다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <18> 따라서, 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 종래 기술의 문제점을 감안하여 안출한 것으로서, 인터리빙과, MAP 디코딩과, 디인터리빙을 동시에 수행하여 터보 디코더의 디코딩 타임을 줄일 수 있는 터보 디코딩 방법을 제공하기 위한 것이다.
- <19> 본 발명의 또 다른 목적은 인터리빙과, MAP 디코딩과, 디인터리빙을 동시에 수행하여 두 개의 MAP 디코더의 출력을 저장하기 위한 메모리의 양이 작아지도록 하는 터보 디코딩 방법을 제공하기 위한 것이다.
- <20> 이상과 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 방법상 특징에 따르면, 수신된 신호들을 제1 디코딩하여 저장하는 제1 단계와, 상기 저장된 신호들의 순서를 변환시켜 순차적으로 출력되는 신호들을 제2 디코딩하여 상기 저장된 신호와 같은 주소 영역에 저장하는 제2 단계를 포함하여 그 특징이 이루어진다.
- <21> 바람직하게, 상기 제1 디코딩과, 제2 디코딩은 최대 사후(Maximum A Posteriori) 알고리즘을 이용하여 일정횟수 반복되고, 상기 제1 디코딩은 상기 수신된 신호들과 상기 (일정횟수-1)번째 제2 디코딩된 신호를 이용하여 디코딩하는 것을 특징으로 한다.
- <22> 또한, 상기 제2 디코딩은 상기 수신된 신호들과 상기 제1 디코딩된 신호를 이용하여 디코딩하는 것을 특징으로 한다.
- <23> 또한, 상기 저장된 신호들의 순서를 변환시키는 인터리빙과, 제2 디코딩과, 상기

저장된 주소와 같은 주소 영역에 저장하는 디인터리빙 과정이 동시에 이루어지는 것을 특징으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

<24> 이하 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 구성 및 작용을 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.

<25> 본 발명에서는 종래 기술에 따른 일반적인 터보 디코더의 구조를 이용한다.

따라서, 본 발명에서는 도 1에 도시되고 설명되어진 구성 장치를 이용하여 본 발명에 따른 터보 디코딩 방법을 설명하기로 한다. 단, 도 1에서는 MAP 디코더 $D_1(101)$ 과 MAP 디코더 $D_2(103)$ 를 저장하기 위한 메모리(미도시)에 대하여 저장 방법에 대하여 추가적으로 설명한다.

<26> 도 1의 종래 기술에서 설명한 바와 같이 MAP 디코더 $D_1(101)$ 은 시스템에틱 심블(x_k)과 디코딩 반복 회수가 $(N-1)$ 번째인 외부정보와 합성된 신호와, 패리티 심블(y_k)를 이용하여 디코딩을 수행한다.

<27> 한편, 다른 MAP 디코더 $D_2(103)$ 는 상기 MAP 디코더 $D_1(101)$ 로부터 출력된 신호와 제1 지연기(107)에 의해 시간 지연된 $N-1$ 번째 외부정보 신호와 합성되어 인터리버(102)를 통과한 신호와, 패리티 심블(y_k) 신호들을 이용하여 N 번째 외부정보를 출력하고, 제2 디인터리버(105)를 통하여 비로소 터보 디코더의 최종 출력 비트(\hat{d}_k)를 출력한다.

<28> 여기서 상기 인터리버(102)는 터보 인코더의 내부 인터리버와 동일한 함수에 의해 신호의 입출력을 담당하는 구성 장치이다. 또한, 상기 제1 디인터리버(104)와, 제2 디인터리버(105)는 터보 인코더의 인터리버와 역함수 관계에 의해 신호의 입출력을 담당하는

구성 장치이다.

<29> 즉, 터보 디코더의 동작은 다른 MAP 디코더의 출력을 외부정보로 하여, 시스템에틱 심볼 또는 패리티 심볼과 함께 각각의 MAP 디코딩을 수행한다.

<30> 종래 기술에서는 이와 같은 방법에 의하여 터보 디코딩을 수행하였고, 본 발명에서는 다음과 같은 방식에 의하여 터보 디코딩을 수행하는 방법을 제안한다.

<31> 터보 인코더의 인터리버의 입출력 함수가 $f(k)=a(k)$ 라고 하면, $X'_k=X_{a(k)}$ 또는 $X'[k]=X[a(k)]$ 로 표현할 수 있다. 단, 이 관계는 터보 인코더에 인가된 원래의 입력에 관해 성립하며 트렐리스 터미네이션을 위해 각각의 순환 계통적 구성 부호화기(RSC)에서 계산된 X_k 와 X'_k 에는 해당하지 않는다.

<32> 그러므로, 터보 디코더의 인터리버 입출력 함수 또한 상기 ' $f(k)=a(k)$ '에 의한 입출력 관계를 갖는다. 즉, 인터리버는 상기 주어진 함수에 따라 입력된 신호의 순서를 변화시켜 출력한다. 이러한 인터리빙 과정은 수신된 데이터의 군집 에러를 극복하고, 더 나은 디코딩을 수행하기 위한 것이다.

<33> 그리고, 상기 MAP 디코더로부터 출력되는 한 세트의 외부 정보를 $E(k)$ 로 표시하고, 터보 디코더의 인터리버에서 정의한 인터리빙 함수 $a(k)$ 를 사용하면 인터리빙과 디인터리빙을 아래의 수식과 같이 표현할 수 있다.

<34> 인터리빙 : $E_i(k) = E(a(k)) \quad k=1,2,\dots,s$ (s는 코드 블록 사이즈)

<35> 디인터리빙 : $E_d(a(k)) = E(k) \quad k=1,2,\dots,s$ (s는 코드 블록 사이즈)

<36> 상기 수식에서 $E(k)$ 는 MAP 디코더의 출력이며 일반적인 MAP 디코더의 출력은 순차적으로 발생한다. 즉, $E(1), E(2), \dots$ 의 순서로 외부 정보를 얻는다.

- <37> 따라서, 디인터리빙의 경우 외부 정보가 계산 되는대로 $a(k)$ 가 가리키는 메모리 영역에 결과를 저장하면 디인터리빙을 마칠 수 있음을 알 수 있다. 따라서, MAP 디코더 D_2 에 의한 MAP 디코딩과 디인터리빙은 동시에 동작시킬 수 있다.
- <38> 상기 디인터리빙은 상기 인터리빙의 입출력 관계와는 역함수 관계를 갖는다. 따라서, 상기 인터리빙에 의해 변환된 신호의 순서를 또 다시 변환시켜 출력한다.
- <39> 그리고, 인터리빙 역시 상기 MAP 디코더 D_2 에 의한 MAP 디코딩과, 디인터리빙을 따로 동작시킬 것이 아니라 MAP 디코더 D_1 의 결과를 저장한 메모리에서 $a(k)$ 가 가리키는 외부 정보를 읽어서 바로 MAP 디코더 D_2 에 입력시킬 수 있다. 이런 특성을 활용하면 도 3과 같이 터보 디코더를 동작시킬 수 있다.
- <40> 상기 MAP 디코더 D_1 과 MAP 디코더 D_2 에 의한 MAP 디코딩은 시스템에서 정한 일정횟수만큼 반복된다. 따라서, 상기 MAP 디코더 D_1 은 상기 MAP 디코더 D_2 로부터 출력되는 (일정횟수-1)번째 신호를 외부정보로 하여, 디코딩을 수행한다. 또한, 상기 MAP 디코더 D_2 로부터 출력되는 신호는 일정횟수의 반복 이후 디코딩되어 최종적으로 터보 디코더의 출력 비트로 결정되어 출력된다.
- <41> 도 3은 본 발명에 따른 터보 디코더의 동작 순서를 나타낸 도면이다.
- <42> 도 3을 참고하면, 먼저 MAP 디코더 D_1 에 의하여 MAP 디코딩을 수행하여 메모리에 저장시킨다.(S20)
- <43> 그리고, 상기 저장된 MAP 디코더 D_1 의 출력을 이용하여 인터리빙을 수행한다.(S21) 이때, 인터리빙 동작은 상기 MAP 디코더 D_1 으로부터 한 세트의 외부 정보를 모두 저장한 후에야 인터리빙이 동작할 수 있으므로, MAP 디코더 D_1 에 의한 MAP 디코딩과 인터리빙

을 동시에 수행하는 것은 불가능하다.

<44> 한편, MAP 디코더 D_2 의 입장에서 메모리를 사용하는 것을 정리해 보면 상기 인터리빙되어 저장된 결과값 중 $a(k)$ 의 저장값을 입력으로 하여 MAP 디코더 D_2 에 의한 MAP 디코딩을 다시 수행하고(S22), 이 디코딩 값을 다시 $a(k)$ 주소로 저장(디인터리빙 : S23)함으로써, 한 셋트 분량의 메모리만 있으면 충분하다.

<45> 결론적으로, 디인터리빙은 순차적으로 발생하는 정보를 $a(k)$ 가 가리키는 주소에 저장하면 되므로 MAP 디코더 D_2 와 동시에 동작시킬 수 있지만 인터리빙은 한 셋트의 외부 정보를 모두 저장한 후에야 동작할 수 있으므로 MAP 디코더 D_1 과 동시에 동작시킬 수 없다. 이런 이유 때문에 도 3에서 MAP 디코더 D_1 만 따로 동작시키고 나머지 블록은 동시에 동작시키는 것이다.

<46> 한편, 상기 터보 인코더의 내부 인터리버의 인터리빙 함수 $a(k)$ 를 계산하는 회로의 구현 방법과 MAP 디코더의 종류에 따라서는 인터리빙을 동시에 수행할 수 없는 경우가 발생할 수 있다. 이럴 때는 MAP 디코더 D_2 에 의한 MAP 디코딩과, 디인터리빙만 같이 해도 디코딩 타임을 1/3정도 줄일 수 있다.

【발명의 효과】

<47> 이상의 설명에서와 같이 본 발명은 인터리빙과, MAP 디코더 D_2 에 의한 MAP 디코딩과, 디인터리빙을 동시에 수행함으로써 디코딩 타임을 절반 정도로 줄일 수 있으며 외부 정보를 저장하는 메모리의 크기도 기존 방법에 비해 절반으로 줄일 수 있다. 따라서, 본 발명은 전체적인 시스템 지연 시간이 줄고, 이를 구현함에 있어서도 적은 메모리에 의해 적은 비용이 요구된다.

<48> 이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술 사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다.

<49> 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 실시예에 기재된 내용으로 한정하는 것이 아니라 특허 청구 범위에 의해서 정해져야 한다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

수신된 신호들을 제1 디코딩하여 저장하는 제1 단계와;

상기 저장된 신호들의 순서를 변환시켜 순차적으로 출력되는 신호들을 제2 디코딩하여 상기 저장된 신호와 같은 주소 영역에 저장하는 제2 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 터보 디코딩 방법.

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 상기 제1 디코딩과, 제2 디코딩은 최대 사후(Maximum A Posteriori) 알고리즘을 이용하여 일정횟수 반복되는 것을 특징으로 하는 터보 디코딩 방법.

【청구항 3】

제 1항에 있어서, 상기 제1 디코딩은 상기 수신된 신호들과 상기 (일정횟수-1)번째 제2 디코딩된 신호를 이용하여 디코딩하는 것을 특징으로 하는 터보 디코딩 방법.

【청구항 4】

제 1항에 있어서, 상기 제2 디코딩은 상기 수신된 신호들과 상기 제1 디코딩된 신호를 이용하여 디코딩하는 것을 특징으로 하는 터보 디코딩 방법.

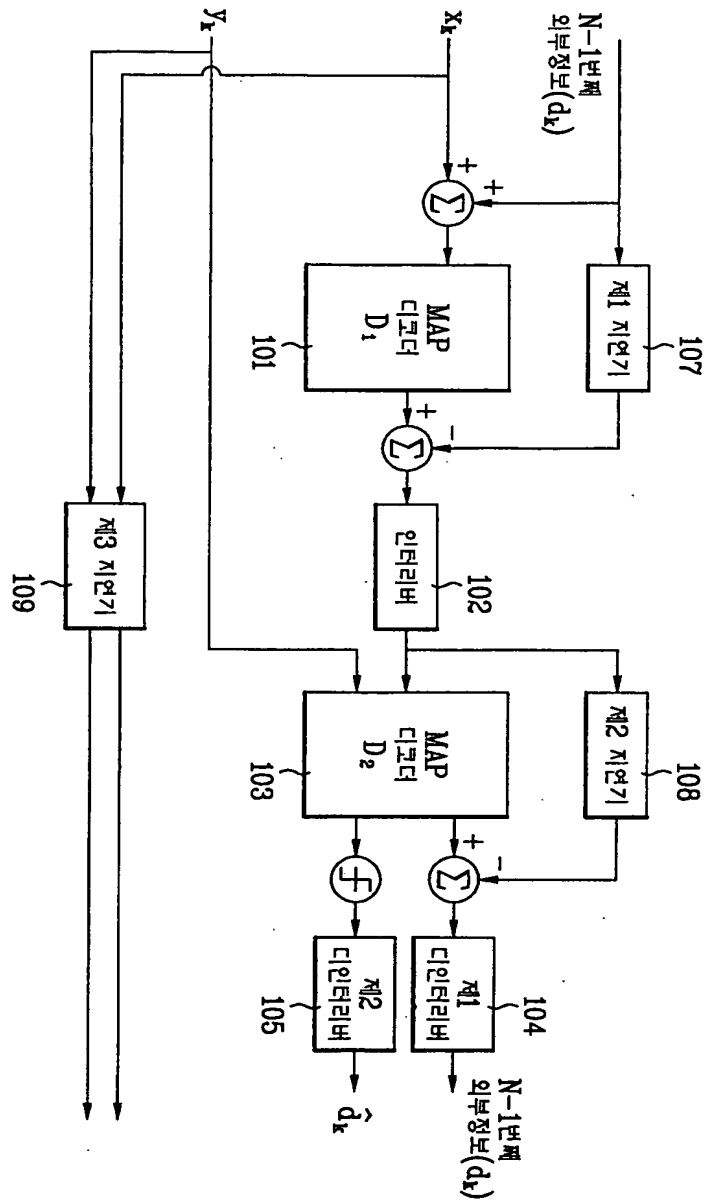
【청구항 5】

제 1항에 있어서, 상기 저장된 신호들의 순서를 변환시키는 인터리빙과, 제2 디코딩과, 상기 저장된 주소와 같은 주소 영역에 저장하는 디인터리빙 과정이 동시에 이루어

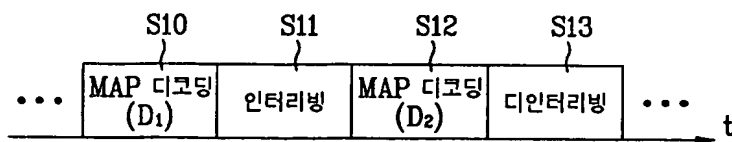
지는 것을 특징으로 하는 터보 디코딩 방법.

【도면】

【도 1】



【도 2】



【도 3】

